

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

REC'D 06 FEB 2003

WPG

PCT

## Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 16 januari 2002 onder nummer 1019759,  
ten name van:

**DSM N.V.**

te Heerlen

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Werkwijze voor het transporteren van een gas-vloeistofsysteem door een pijpleiding alsmede  
het gas-vloeistofsysteem",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

Rijswijk, 28 januari 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,  
voor deze,

Mw. M.M. Enhus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

10 19759

- 14 -

B. v. d. I.E.

16 JAN. 2002

SAMENVATTING

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het  
transporteren van een gas-vloeistofsysteem door een pijpleiding, waarbij een gas-  
5 vloeistofsysteem wordt getransporteerd, waaraan een polymeer is toegevoegd met  
een gewichtsgemiddeld molecuulgewicht ( $M_w$ ), van ten hoogste 1.500.000 kg/kmol. Bij  
voorkeur wordt de werkwijze toegepast voor het transport van aargas-condensaat  
systemen of aardolie-gassystemen.

10

7H

WERKWIJZE VOOR HET TRANSPORTEREN VAN EEN GAS-VLOEISTOFSYSTEEM5 DOOR EEN PIJPLEIDING ALSMEDE HET GAS-VLOEISTOFSYSTEEM

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het transporteren van een gas-vloeistofstelsel door een pijpleiding, in het bijzonder een werkwijze voor het transporteren van een gas-aardoliestelsel of een aardgas-condensaatsysteem.

10 Dergelijke systemen komen bijvoorbeeld vrij bij de winning van olie en aardgas op zee, bijvoorbeeld op het continentale plat van de Noordzee. Vaak bevat de daar gewonnen olie grote hoeveelheden zogenaamde lichte componenten. Doordat de olie zich ondergronds onder hoge druk bevindt, blijven deze componenten in de vloeibare fase. Tijdens de winning van de olie echter verdampen deze componenten  
15 tengevolge van drukverlaging die daarbij optreedt. Hierdoor moet er in de pijpleidingen voor het transport van de olie van het winpunt naar het boorplatform en van het boorplatform naar de kust een gas-aardoliestelsel worden getransporteerd.

Ook komt het voor dat tijdens de winning van aardgas een condensaat wordt gevormd van zogenaamde zware componenten in het aardgas,  
20 bijvoorbeeld omdat het gas zich voor de winning ondergronds op een hoge temperatuur bevindt en het na de winning afkoelt of doordat zich een condensaat vormt door drukverlaging van het gas (ook wel aangeduid met "retro-grade condensation"). Ook dan wordt er een gas-vloeistofstelsel, in dit geval in de vorm van een aardgas-condensaatsysteem, getransporteerd van het winpunt naar het booreiland en van het  
25 booreiland naar de kust.

Het is uiteraard ook mogelijk dat dergelijke systemen door pijpleidingen over land worden getransporteerd; bijvoorbeeld van een bron naar een opwerkfabriek, waar gas en vloeistof worden gescheiden.

Bovengenoemde transporten vinden over grote afstanden plaats. Zo  
30 kan de afstand tussen de bron of het winpunt en het boorplatform tegenwoordig ten gevolge van de geavanceerde boortechnieken al snel oplopen tot tientallen kilometers. De afstand tussen het boorplatform en de kust kan snel oplopen tot honderd kilometer of zelfs honderden kilometers. Daarom is het transport van de gas-aardoliestelsels en van de aardgas-condensaatsystemen een kritische factor in de winning van aardolie  
35 en aardgas. Om het transportvolume te vergroten zouden een hogere drukval en/of leidingen met een grotere diameter moeten worden gebruikt. In beide gevallen dient aanmerkelijk meer te worden geïnvesteerd in de installaties.

De uitvinding beoogt een werkwijze te verschaffen voor het verhogen van het transportvolume die bovengenoemd nadeel niet bezit.

Verrassenderwijze wordt dit doel bereikt, doordat aan een gas-vloeistofsysteem wordt getransporteerd, waaraan een polymeer is toegevoegd met een gewichtsgemiddeld  
5 molecuulgewicht ( $M_w$ ), van ten hoogste 1.500.000 kg/kmol. Bij voorkeur is  $M_w$  ten hoogste 800.000 kg/kmol, nog meer bij voorkeur ten hoogste 400.000 kg/kmol. Bij voorkeur is  $M_w$  ten minste 10.000 kg/kmol, meer bij voorkeur ten minste 30.000 kg/kmol, nog meer bij voorkeur ten minste 50.000 kg/kmol.

Door het toevoegen van het polymeer wordt het mogelijk een groter  
10 volume van het gas-vloeistofsysteem per tijdseenheid door de pijpleiding te transporteren, zonder dat het nodig is de drukval over de pijpleiding te verhogen of om een pijpleiding met een groter transportvolume te kiezen.

Uit EP-A-243127 is het weliswaar bekend om een polymeer aan olie toe te voegen om het transport door leidingen te verbeteren, echter het betreft hier  
15 geen gas-vloeistofsysteem, maar een zuiver vloeistofsysteem, waarbij geheel andere transportmechanismen een rol spelen. Verder leert EP-A-243127 juist dat een polymeer met een zeer hoog molecuulgewicht moet worden gebruikt, met een intrinsieke viscositeit zelfs boven 10 dl/g.

Uit SU-A-(11)1361308 is het bekend om een copolymeer van etheen  
20 en propeen met een molecuulgewicht van 56000 - 60000 toe te voegen aan aardolie voor het transport door pijpleidingen. Het betreft echter geen gas-vloeistofsysteem, maar een zware aardolie met een hoog harsgehalte. Het polymeer wordt toegevoegd om het vormen van aggregaten in parafine-bevattende harsachtige oliën tegen te gaan. In de gas-vloeistofsystemen die in de werkwijze volgens de uitvinding worden gebruikt  
25 gaat het juist om lichte oliën en wordt juist het probleem opgelost van het verbeteren van het transportvolume, terwijl in SU-A- (11)1361308 de nadruk ligt op het verlagen van de druk die nodig is om het opnieuw opstarten van de oliestroom door de pijpleiding na een incident.

Uit US-3559664 is een werkwijze bekend voor het transporteren van  
30 vloeibare koolwaterstoffen, waarbij aan de koolwaterstoffen een blokcopolymeer van etheen en propeen is toegevoegd. Het betreft echter geen gas-vloeistofsysteem, maar een zuiver vloeistofsysteem. Verder wordt een hoogmoleculair polymeer gebruikt met een intrinsieke viscositeit boven 5 dl/g.

De manier waarop het gas-vloeistofsysteem in de pijpleiding  
35 voorkomt is bijvoorbeeld afhankelijk van de hoek die de as van de leiding maakt met

het horizontale vlak en van de stroomsnelheden van respectievelijk het gas en de vloeistof in de pijpleiding. Zo zal in een pijpleiding waarvan de as een relatief geringe hoek met het horizontale vlak maakt, vaak een vloeistoflaag aanwezig zijn met op de vloeistoflaag een gaslaag, die met verschillende snelheden door de leiding stromen.

- 5 Indien de as van de pijpleiding een rechte of nagenoeg rechte hoek met het horizontale vlak maakt, dan zullen er meestal gasbellen in de leiding aanwezig zijn, die zo groot kunnen zijn dat zij plaatselijk de leiding over de gehele diameter daarvan vullen. Verder is het mogelijk dat in het gas-vloeistofsysteem vaste delen aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld zanddeeltjes. Ook is het mogelijk dat naast de olie of het condensaat er  
10 een vloeibare waterfase aanwezig is.

Voorbeelden van geschikte polymeren om te worden gebruikt in de werkwijze volgens de uitvinding indien een organisch gas-vloeistofsysteem wordt gebruikt, zoals bijvoorbeeld aardgas-condensaat of gas-aardolie zijn polysiloxanen, onverknoopte natuurrubber en olefine polymeren, zoals bijvoorbeeld polyetheen,  
15 polypropeen, polybuteen, copolymeren van etheen en een alpha-olefine, polystyreen.

Bij voorkeur wordt een polymeer gebruikt dat goed oplosbaar is in de vloeistof van het gas-vloeistofsysteem.

- 20 Zeer goede resultaten worden bereikt indien een eerste olefine polymeer wordt gebruikt dat monomeereenheden bevat van etheen en ten minste één alpha-olefine, of een tweede olefine polymeer dat monomeereenheden bevat van etheen, ten minste één alpha-olefine en ten minste één niet-geconjugeerd polyeen.

- De olefine polymeren geven niet alleen een sterk verbeterd transport door de pijpleidingen, maar hebben bovendien het voordeel, dat zij een geringe gevoeligheid hebben voor afbraak (een hoge "shear stability" bezitten), chemisch inert  
25 zijn, geen of nauwelijks vervuiling in of verstopping van de pijpleidingen veroorzaken en gemakkelijk aan het gas-vloeistofsysteem kunnen worden toegevoegd door hun relatief geringe viscositeit.

- Als monomeereenheden van een alpha-olefine kunnen de olefine polymeren bijvoorbeeld monomeereenheden van een alpha-olefine van 3 - 23  
30 koolstofatomen bevatten, bij voorkeur propeen, 1-buteen, 1-penteen, 1-hexeen en 1-octeen en styreen, monomeereenheden van (alpha, omega) diolefinen, zoals bijvoorbeeld 1,5-hexadien, 1,6-heptadien en 1,7-octadien, vertakte alpha-olefinen, zoals bijvoorbeeld 4-methyl-1-buteen, 5-methyl-1-penteen en 6-methyl-1-hepteen. Meer bij voorkeur bevat het olefine polymeer als monomeereenheden van een alpha-  
35 olefine monomeereenheden van propeen, 1-buteen, 1-penteen, 1-hexeen en 1-octeen,

met de meeste voorkeur bevat het olefine polymeer monomeereenheden van propheen. Als monomeereenheden van een niet-geconjugerd polyeen bevat het tweede olefine polymeer bijvoorbeeld polyeen (C), dat in het molecuul een C-C dubbele binding bevat die polymeriseerbaar is met een Ziegler-Natta katalysator naast minimaal een andere  
5 C-C dubbele binding en/of polyeen (D), dat in het molecuul meerdere C-C dubbele bindingen bevat, die polymeriseerbaar zijn met een Ziegler-Natta katalysator, aanwezig. Welke C-C dubbele bindingen geschikt zijn om met een Ziegler-Natta katalysator te worden ingebouwd in een polyolefine kan bijvoorbeeld worden gelezen in het boek 'Ziegler-Natta catalysts and polymerizations', van John Boor, Jr, Academic  
10 Press 1979, hoofdstuk 19.

Polyeen (C) en polyeen (D) kunnen zowel alifatisch als alicyclisch zijn. Alifatische polyenen bevatten in het algemeen 3 tot 20 koolstofatomen. Voorbeelden van polyeen (C) zijn: 1,4,8-decatriënen, 1,4-hexadiëen en 4-methyl-hexadiëen 1,4. Voorbeelden van polyeen (D) zijn 1,4-pentadien, 1,5-hexadien, 1,7-  
15 octadien en 1,4,9-decatrien.

Alicyclische polyenen, welke al dan niet een bruggroep kunnen bevatten, kunnen zowel mono- als polycyclisch zijn. Voorbeelden van alicyclische polyenen (C) zijn alkylideennorbornenen, in het bijzonder de 5-alkylideennorbornenen-2, waarin de alkylideengroep 1 tot 20, en bij voorkeur 1 tot 8 koolstofatomen bevat, en  
20 sommige alkenylnorbornenen, in het bijzonder de 5-alkenyl-norbornenen-2, waarin de alkenylgroep 2 tot 20 en bij voorkeur 2 tot 10 koolstofatomen bevat en waarin de alkenylgroep niet een eindstandige dubbele C-C binding bevat, bijvoorbeeld 5-(2'-methyl-2'butenyl)-norborneen-2 en 5-(3'-methyl-2'butenyl)-norborneen-2; Voorbeelden van alicyclische polyenen (D) zijn vinylnorborneen, norbornadien en zijn  
25 alkylderivaten, en dicyclopentadiëen.

Bij voorkeur wordt als polyeen (C) ethylideennorborneen toegepast. Bij voorkeur wordt als polyeen (D) dicyclopentadiëen, vinylnorborneen, of 1,5-hexadiëen toegepast. Ook mengsels van de bovenomschreven verbindingen kunnen worden gebruikt.

Het eerste olefine polymeer bevat bijvoorbeeld 15 - 80 mol % monomeereenheden van etheen en 20 - 85 mol % van het alpha-olefine. Bij voorkeur bevat het eerste olefine polymeer 35 - 75 mol % monomeereenheden van etheen en 25 - 65 mol % van het alpha-olefine, nog meer bij voorkeur bevat het olefine polymeer 50 - 70 mol % monomeereenheden van etheen en 50 - 30 mol % van het alpha-olefine,  
35 met de meeste voorkeur bevat het olefine polymeer 55 - 65 mol %

monomeereenheden van etheen en 45 - 35 mol % van het alpha-olefine.

Bij voorkeur bevat het olefine polymeer geen of slechts een geringe hoeveelheid kristalliniteit, zodat een nog betere oplosbaarheid in organische gas-vloeistofsystemen wordt bereikt. Bij voorkeur bezit het olefine polymeer een kristalliniteit van ten hoogste 5%, gemeten met behulp van DSC (differential scanning calorimetry). Meer bij voorkeur bezit het polymeer een kristalliniteit van ten hoogste 1%. Nog meer bij voorkeur bezit het polymeer geen kristallisatiewarmte boven 25°C, nog meer bij voorkeur bezit het polymeer geen kristallisatiewarmte boven 0°C.

De kristalliniteit wordt berekend uit de kristallisatiewarmte die op zich bepaald wordt uit een DSC-curve, door een polymeer monster met een snelheid van 20°C/min op te warmen tot een temperatuur van 200°C, op die temperatuur te houden gedurende 5 minuten en daarna de curve op te nemen terwijl het monster met een snelheid van 5°C/min wordt afgekoeld. De kristalliniteit wordt berekend uit de kristallisatiewarmte met behulp van de formule:

$$\% \text{ kristalliniteit} = \text{kristallisatiewarmte} / 2.94, \quad (1)$$

waarbij de kristallisatiewarmte wordt uitgedrukt in J/g.

Het tweede olefine polymeer bevat bijvoorbeeld 0,1 - 10 mol % monomeereenheden van het polyeen, bij voorkeur 0,2 - 8 mol % , meer bij voorkeur 0,5 - 4 mol %, waarbij de monomeereenheden van etheen en het alpha-olefine bij voorkeur de molaire verhouding bezitten van de monomeereenheden van etheen en het alpha-olefine van het eerste olefine polymeer.

Het is mogelijk conventionele polymerisatietechnieken te gebruiken voor de polymerisatie van het olefine polymeer, zoals bijvoorbeeld een polymerisatie in aanwezigheid van een Ziegler-Natta. Het is ook mogelijk een metallocen katalysator te gebruiken.

De polymerisatie kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd in een oplossing, in slurry of in gasfase. Bij voorkeur wordt de polymerisatie uitgevoerd in een oplossing. Voorbeelden van daarvoor geschikte oplosmiddelen zijn lineaire paraffinen met 5 tot 8 koolstofatomen. Bij voorkeur wordt hexaan gebruikt als oplosmiddel. Het is ook mogelijk aromatische koolwaterstoffen te gebruiken als oplosmiddel. Bij voorkeur worden aromatische koolwaterstoffen gebruikt met slechts één enkele benzeenkern, zoals bijvoorbeeld benzeen en toluen. Het is ook mogelijk verzadigde cyclische koolwaterstoffen als oplosmiddel te gebruiken, die dan bij voorkeur een

kookpunt hebben dat in de range ligt van het kookpunt van de bovengenoemde lineaire parafinen.

Indien de polymerisatie in slurry wordt uitgevoerd, dan wordt bij voorkeur vloeibaar propeen als vloeistof voor de slurry gebruikt.

5                   In een mogelijke uitvoeringsvorm wordt in de werkwijze volgens de uitvinding een olefinisch polymeer gebruikt dat polaire groepen bevat. De polaire groepen kunnen bij voorbeeld deel uitmaken van de hoofdketen, deel uitmaken van zijgroepen aan de keten of het kunnen zijgroepen zijn. Een voordeel van het gebruik van een dergelijk polymeer is dat het zeer effectief is in het beschermen van de  
10 binnenwand van de pijpleidingen waar het gas-vloeistofsysteem door wordt vervoerd. Dit geldt met name bij het transport van gas-aardoliesystemen, waarin vaste delen, zoals bijvoorbeeld zand of kleine stenen aanwezig zijn.

Goede resultaten worden bereikt indien polaire groepen worden gebruikt die een zuurstofatoom en/of een stikstofatoom bevatten.

15                   Bij voorkeur wordt als olefinisch polymeer met polaire groepen het bovengenoemde olefine polymeer gebruikt, dat geënt is met maleïnezuur, maleïnezuuranhydride en/of een ester van maleïnezuur. Bij voorkeur bevat het geënte olefine polymeer ten minste 0,01 mol, meer bij voorkeur ten minste 0,05 mol, zijgroepen afkomstig van maleïnezuur, maleïnezuuranhydride en/of een ester van  
20 maleïnezuur per 100 gram polymeer. Bij voorkeur bevat het geënte olefine polymeer ten hoogste 0,4 mol zijgroepen afkomstig van maleïnezuur, maleïnezuuranhydride en/of een ester van maleïnezuur per 100 gram polymeer.

Het is bijvoorbeeld mogelijk het maleïnezuur, maleïnezuuranhydride en de ester van maleïnezuur op het olefine polymeer te enten met behulp van een  
25 thermisch proces. Bij voorkeur wordt het olefine polymeer geënt met het maleïnezuur of het maleïnezuuranhydride of de ester met behulp van een vrije radicaal initiator, in een oplossing of in bulk.

Zeer goede resultaten worden bereikt indien het enten wordt uitgevoerd in een oplossing met bijvoorbeeld hexaan als oplosmiddel. Dit wordt  
30 uitgevoerd bij een temperatuur van bijvoorbeeld 100°C tot 250°C, bij voorkeur 120°C tot 190°C, nog meer bij voorkeur 150°C tot 180°C.

Als vrije radicaalinitiator kunnen bijvoorbeeld peroxiden, hydroperoxiden en azoverbindingen worden gebruikt, bij voorkeur met een kookpunt boven 100°C.

35                   Voorbeelden van geschikte vrije radicaalinitiatoren zijn azo-bis-



isobutyronitril, dicumylperoxide en 5-dimethylhex-3yne-2,5 bis-tertiair-butyl peroxide. De initiator kan bijvoorbeeld worden gebruikt in een hoeveelheid van 0,005 - 2 gewichts% op basis van het reactiemengsel. Bij voorkeur wordt het enten uitgevoerd in afwezigheid van zuurstof.

5                   Indien het olefine polymeer in bulk wordt geënt, wordt het maleïnezuur of het maleïnezuuranhydride en eventueel de vrije radicaalinitiator, gemengd met een smelt van het olefine polymeer, bijvoorbeeld in een extruder of een internal mixer. De enting vindt daarbij bijvoorbeeld plaats bij een temperatuur van 150 - 300°C.

10                  De werkwijze voor het enten van het olefine polymeer kan zowel continue als in batch proces worden uitgevoerd. Bij voorkeur echter wordt de werkwijze voor het enten van het olefine polymeer uitgevoerd in een continue proces.

                  Indien een olefine polymeer of een geënt olefine polymeer wordt gebruikt bij de werkwijze volgens de uitvinding, dan wordt bij voorkeur een olefine  
15                  polymeer of een geënt olefine polymeer gebruikt met een intrinsieke viscositeit,  $[\eta]$ , van ten hoogste 5 deciliter/gram (dl/g), bij 135°C in decaline, meer bij voorkeur met een  $[\eta]$  van ten hoogste 3 dl/g met nog meer voorkeur met een  $[\eta]$  tussen 0,3 en 3 dl/g en met de meeste voorkeur met een  $[\eta]$  tussen 0,4 en 2,5 dl/g.

                  Goede resultaten worden bereikt indien aan het gas-vloeistofsysteem  
20                  het polymeer in een hoeveelheid van bijvoorbeeld 1 tot 500 ppm wordt toegevoegd. Bij voorkeur wordt een hoeveelheid van 5 - 100 ppm, meer bij voorkeur van 10 - 60 ppm gebruikt.

                  Voor het toevoegen aan het gas-vloeistofsysteem wordt het polymeer bij voorkeur opgelost in een voor het polymeer geschikt oplosmiddel. Indien een olefine  
25                  polymeer of een geënt olefine polymeer wordt gebruikt, dan wordt bij voorkeur aardgascondensaat zelf, hexaan of een olie met een viscositeit van ten hoogste 20 centiPoise, gemeten bij 25°C als oplosmiddel gebruikt:

                  Het zo opgeloste polymeer kan bijvoorbeeld aan het gas-  
vloeistofsysteem worden toegevoegd en er mee gemengd met behulp van bekende  
30                  apparatuur die wordt gebruikt voor het toevoegen van verschillende toevoegingen aan gas-vloeistofsystemen, zoals bijvoorbeeld corrosie-inhibitoren en toevoegingen om hydraatvorming tegen te gaan in aardolie, bijvoorbeeld methanol.

                  Zeer goede resultaten worden bereikt indien als gas-vloeistofsysteem een aardgas-condensaat of een gas-aardolie systeem wordt getransporteerd met  
35                  behulp van de werkwijze volgens de uitvinding. Met de meeste voorkeur wordt de

werkwijze toegepast op een aardgas-condensaat systeem, omdat daarbij een zeer grote reductie in drukval wordt bereikt.

De werkwijze volgens de uitvinding wordt bij voorkeur toegepast voor het transport van een gas-vloeistofsysteem in pijpleidingen die een laagsgewijze stroming of een anulaire stroming bezitten. Onder anulaire stroming wordt een stroming verstaan, waarbij over een doorsnede van de leiding gezien de gehele wand bedekt is met een vloeistoflaag. Onder laagsgewijze stroming wordt een stroming verstaan waarbij over een doorsnede van de leiding gezien een gedeelte van de wand bedekt is met een vloeistoflaag. Met de meeste voorkeur wordt de werkwijze volgens de uitvinding toegepast bij een laagsgewijze stroming.

Bij voorkeur wordt over een doorsnede van de leiding het oppervlak daarvan gemiddeld voor 0,05 - 40 % uitgemaakt door de vloeistof, bij voorkeur voor 0,2 - 20 %, meer bij voorkeur voor 0,3 - 10 %.

De uitvinding heeft eveneens betrekking op gas-vloeistofsysteem die bovengenoemd polymeer bevatten.

#### Voorbeelden en vergelijkende experimenten

Gebruikte polymeren:

- EPM-1: etheen propeen copolymeer, etheengehalte is 58 mol %, propeengehalte is 42 mol %, Mw is 90.000 kg/kmol.
- EPM-2: als EPM-1 echter Mw is 140.000 kg/kmol

#### Voorbeeld 1 en Vergelijkend Experiment A

In een proefopstelling werd vanuit een eerste en naar een tweede voorraadvat bij 25°C met verschillende snelheden CO<sub>2</sub> gas door een leiding gepompt, waaraan in verschillende verhoudingen cyclopentaan werd toegevoegd. Het CO<sub>2</sub>-cyclopentaan systeem staat model voor een aardgas-condensaat systeem. In Voorbeeld 1 was in het cyclopentaan 50 ppm EPM-1 opgelost. In het Vergelijkend Experiment A was geen polymeer opgelost in het cyclopentaan. Als leiding werd een stalen leiding met een doorsnede van 100 mm gebruikt. De drukval over een sectie van 5 meter van de leiding werd gemeten. De temperatuur bedroeg 25°C.

De resultaten zijn weergegeven in de Tabel als functie van de gemiddelde stroomsnelheid van cyclo-pentaan (vsl) en de gemiddelde stroomsnelheid van het CO<sub>2</sub> (vsg). Weergegeven zijn telkens de drukval per meter leiding ( $\Delta P_{\text{voor}} 1$ ,

- in Pa/m) gemeten volgens het voorbeeld aan het gas-vloeistofsysteem, waaraan het polymeer was toegevoegd en de drukval per meter ( $\Delta P_{\text{verg. exp. A}}$ , in Pa/m) gemeten volgens het bijbehorende vergelijkend experiment aan het overeenkomstige gas-vloeistofsysteem zonder het polymeer. Verder is de effectiviteit berekend van de aanwezigheid van het polymeer op de afname in de drukval volgens de formule:

$$\text{Eff} = (\Delta P_{\text{verg. exp A}} - \Delta P_{\text{voor 1}}) / \Delta P_{\text{verg. exp A}}$$

Tabel 1. Invloed EPM-1 op drukval bij CO<sub>2</sub>-cyclopentaansysteem

Vsl (m/s)	Vsg (m/s)	verg. exp. A	Voorbeeld 1	
		$\Delta P_{\text{verg. exp A}}$ (Pa/m)	$\Delta P_{\text{voor 1}}$ (Pa/m)	Eff. (%)
0,03	4	9	9	0
0,06	4	13	13	0
0,09	4	18	17	4
0,03	5,5	17	16	7
0,06	5,5	24	21	11
0,09	5,5	33	28	14
0,03	6,7	26	23	12
0,06	6,7	33	28	14
0,09	6,7	45	38	16
0,03	8	38	33	13
0,06	8	49	40	18
0,09	8	55	44	21

10

Uit de tabel 1 blijkt dat door de toevoeging van het polymeer (EPM-1) aan het gas-vloeistofsysteem er een relatieve vermindering in drukval op treedt tot 21%.

15 Voorbeeld 2 en Vergelijkend Experiment A.

Voorbeeld 2 werd uitgevoerd als Voorbeeld 1, echter in plaats van EPM-1 werd EPM-2 gebruikt. De resultaten worden gegeven in tabel 1.

**Tabel 2, Invloed EPM-2 op drukval bij CO<sub>2</sub>-cyclopentaansysteem**

		Verg. Exp. A	Voorbeeld 2	
Vsl (m/s)	Vsg (m/s)	$\Delta P_{\text{verg. exp A}}$ (Pa/m)	$\Delta P_{\text{voor. 2}}$ (Pa/m)	Eff. (%)
0,03	4	9	9	0
0,06	4	13	12	5
0,09	4	18	17	4
0,03	5,5	17	16	4
0,06	5,5	24	20	14
0,09	5,5	33	27	17
0,03	6,7	26	23	12
0,06	6,7	33	27	18
0,09	6,7	45	36	21
0,03	8	38	33	13
0,06	8	49	39	21
0,09	8	55	42	24

Uit tabel 2 blijkt dat door de toevoeging van het polymeer (EPM-2) aan het gas-vloeistofsysteem er een relatieve vermindering in drukval op treedt tot 24 %.

#### Voorbeeld 3 en Vergelijkend Experiment B

Voorbeeld 3 en Vergelijkend Experiment B werden uitgevoerd als Voorbeeld 1 en Vergelijkend Experiment A, echter in plaats van cyclopentaan werd een lichte aardolie met een viscositeit van 3 centiPoise gebruikt. De resultaten worden gegeven in Tabel 3.

Tabel 3, invloed EPM-1 op drukval CO<sub>2</sub>-aardoliesysteem

		Verg. Exp. B	Voorbeeld 3	
Vsl (m/s)	Vsg (m/s)	$\Delta P_{\text{verg. exp B}}$ (Pa/m)	$\Delta P_{\text{voor. 3}}$ (Pa/m)	Eff. (%)
0,03	4	23	23	0
0,06	4	27	27	0
0,09	4	33	33	0
0,03	5,5	28	28	0
0,06	5,5	33	32	3
0,09	5,5	38	36	4
0,03	6,7	38	37	4
0,06	6,7	43	40	6
0,09	6,7	49	46	7
0,03	8	48	46	5
0,06	8	54	50	8
0,09	8	59	54	8

- Uit de tabel 3 blijkt dat door de toevoeging van het polymeer (EPM-1)
- 5 aan het gas-vloeistofsysteem er een relatieve vermindering in drukval optreedt tot 8 %.

### CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het transporteren van een gas-vloeistofsysteem door een  
pijpleiding, met het kenmerk, dat een gas-vloeistofsysteem wordt  
5 getransporteerd, waaraan een polymeer is toegevoegd met een  
gewichtsgemiddeld molecuulgewicht ( $M_w$ ), van ten hoogste 1.500.000  
kg/kmol.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk dat het gewichtsgemiddeld  
molecuulgewicht ten hoogste 800.000 kg/kmol bedraagt.
- 10 3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat een eerste olefine  
polymeer wordt gebruikt, dat monomeereenheden bevat van etheen en ten  
minste één alpha-olefine of een tweede olefine polymeer dat  
monomeereenheden bevat van etheen, ten minste één alpha-olefine en ten  
minste één niet-geconjugerd polyeen.
- 15 4. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat als alpha-olefine  
propeen wordt gebruikt.
5. Werkwijze volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat het eerste olefine  
polymeer 15 - 80 mol % monomeereenheden van etheen en 20 - 85 mol %  
monomeereenheden van een alpha-olefine bevat, en het tweede olefine  
20 polymeer 0.1- 10 mol % monomeereenheden van het polyeen bevat en de  
monomeereenheden van etheen en het alpha-olefine dezelfde molaire  
verhouding bezitten als in het eerste olefine polymeer.
6. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het olefine polymeer 35  
- 75 mol % monomeereenheden van etheen en 25 - 65 mol %  
25 monomeereenheden van een alpha-olefine bevat.
7. Werkwijze volgens een der conclusies 3-6, met het kenmerk, dat het olefine  
polymeer een kristalliniteit bezit van ten hoogste 5 %.
8. Werkwijze volgens een der conclusies 3-7, met het kenmerk, dat het olefine  
polymeer polaire groepen bevat.
- 30 9. Werkwijze volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat het olefine polymeer is  
geënt met maleïnezuur, maleïnezuuranhydride en/of een ester van  
maleïnezuur.
10. Werkwijze volgens een der conclusies 3-10, met het kenmerk dat het olefine  
polymeer een intrinsieke viscositeit bezit van ten hoogste 5 dl/g in decaline bij  
35 een temperatuur van 135°C.

11. Werkwijze volgens een der conclusies 1-10, met het kenmerk dat als gas-vloeistofsysteem een gas-aardoliesysteem wordt gebruikt.
- 5 12. Werkwijze volgens een der conclusies 1-10, met het kenmerk dat als gas-vloeistofsysteem een aardgas-condensaatsysteem wordt gebruikt.
13. Werkwijze volgens een der conclusies 1-12, met het kenmerk, dat het gas-vloeistofsysteem een laagsgewijze of een anulaire stroming bezit.
14. Werkwijze volgens een der conclusies 1-13, met het kenmerk, dat over een doorsnede van de leiding het oppervlak daarvan gemiddeld 0,05-40 % wordt  
10 uitgemeakt door vloeistof.
15. Gas-vloeistofsysteem, zoals het wordt gebruikt in de werkwijze volgens een der conclusies 1-14.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

### **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**